

Radioökologie und Umweltschutz

Im Rahmen des Umweltschutzes stellt die Radioökologie die Kernwissenschaft dar. Ökologie kommt von oikos, das Haus. Ökologie bedeutet also die Lehre von den Umwelten oder im erweiterten Sinne von der Natur. Die Radioökologie analysiert das Verhalten radioaktiver Stoffe in der Natur bei ihrer Wechselwirkung mit den lebenden Organismen und ihrem Transport durch die Nahrungskette.

Verhalten von Radionukliden in aquatischen Bereichen

Die von kerntechnischen Anlagen in das Abwasser entlassenen Radionuklide werden ähnlich wie ihre inaktiven Isotope von der Fauna und Flora durch die Stoffwechselprozesse aufgenommen, d.h. ein Organismus unterscheidet nicht zwischen dem radioaktiven Eisen und dem nicht radioaktiven Eisen. Beide haben gleiches chemisches Verhalten. Durch die Aufnahmeprozesse kommt es zu einer höheren Konzentration radioaktiver Elemente in den Organismen, als sie im Wasser vorliegt. Dieser Prozeß, der direkt aus dem Wasser oder über die Nahrungskette durch das Fressen und Gefressenwerden abläuft, wirkt in seiner Konzentrierung der Bemühung des Ableiters entgegen, Aktivitäten zu verdünnen.

Das Verhältnis der Konzentration im Organismus und im Wasser wird beschrieben durch den Konzentrationsfaktor, der zwischen 1 und einigen 100 000 liegen kann. Ein Teil der radioaktiven Substanzen wird vom Sediment aufgenommen, indem sich bei konstanter Zufuhr ein Gleichgewicht einstellt, das abhängig ist von der physikalischen Halbwertszeit des betrachteten Nuklides, von der Strömungsgeschwindigkeit des Gewässers und von den Bodeneigenschaften des Sedimentes. Damit kann in speziellen Regionen eines Ökosystems, in unserem Falle des betrachteten Flusses, eine höhere Bodenaktivität entstehen, die u.a. zu einer äußeren Strahlenbelastung von Organismen führen kann.

Eine innere Strahlenbelastung entsteht durch den Einbau der Radionuklide in den Organismen. Diese Belastung ist abhängig von dem Ort des Einbaues und damit von der physiologischen Rolle des Radioelementes, das in den Organismus eintritt.

Strahlenschutzbetrachtungen

Wenn man versucht, aus diesen radioökologischen Kenntnissen die Kapazität eines Ökosystems für die Aufnahme radioaktiver Substanzen abzuschätzen, muß man die Grenzpfähle kennen, d.h. die begrenzenden Umstände, die durch die Nutzung eines solchen Lebensraumes durch den Menschen und durch die Fauna und Flora gegeben ist.

An erster Stelle steht der Mensch. Er ist als höchstentwickeltes Lebewesen ganz besonders strahlenempfindlich und befindet sich am Ende der Nahrungskette dieses Ökosystems. Um so weniger ein Organismus organisiert ist um so geringer ist seine Strahlenempfindlichkeit, d.h. also: Algen sind strahlenunempfindlicher als kleine Krebse (das Zooplankton), diese sind strahlenunempfindlicher als der Fisch und dieser wiederum strahlenunempfindlicher als der Mensch. Der Mensch als Endglied der Nahrungskette, d.h. als Verzehrter z.B. von Fischen, erhält durch den Verzehr des kontaminierten Fischfleisches (radioaktiv verunreinigt = kontaminiert) eine innere Strahlenbelastung. Weitere Strahlenbelastungen sind gegeben durch das Trinken des Wassers und durch die äußere Strahlenbelastung beim Aufenthalt am, in oder auf den Gewässern. Diese gesamte Strahlenbelastung wird in Beziehung gesetzt zu der gesetzlich erlaubten

Strahlendosis, wie sie in der ersten Strahlenschutzverordnung der Bundesrepublik Deutschland vorgeschrieben wird, die auf den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) basiert. Um die dort für die Allgemeinbevölkerung vorgeschriebene untere Grenze nicht zu überschreiten, muß also Sorge getragen werden, daß die durch Akkumulierungsprozesse angereicherten Radionuklide nur in solchen Konzentrationen in der angebotenen Nahrung vorliegen, daß dieser Schutz erreicht wird. Aus dem Konsum von Fischfleisch zurückgerechnet über den Konzentrationsfaktor gewinnt man eine zulässige Konzentration im Flußwasser und daraus wiederum eine zulässige Abgaberate einer kerntechnischen Anlage.

Bei der Anwendung dieses Verfahrens gibt es nun mehrere Möglichkeiten der Durchführung. Man kann durch Recherchen ein Verhaltensmuster der Bevölkerung ermitteln, aus der eine Bevölkerungsgruppe abgeleitet wird, die die größte Nutzung des Lebensraumes vollzieht. Da normalerweise nicht der gesamte Eiweißbedarf aus diesem Lebensraum gedeckt wird, hat dann das betrachtete Ökosystem eine sehr hohe radiologische Kapazität. Ich vertrete in der Bundesrepublik Deutschland das Prinzip der totalen Nutzung, d.h. ich fordere eine Begrenzung der Abgaben in der Weise, daß jeder Lebensraum von einem Menschen total genutzt werden kann. Ich setze damit voraus, daß er seinen gesamten Eiweißbedarf aus dem Fluß deckt, seinen Trinkwasserbedarf entnimmt und beliebig lange und oft am, auf oder im Fluß sich befindet. Die Kerntechnik in Deutschland erlaubt diese sehr restriktive Betrachtung, die zur Folge hat, daß nicht alle 3 Jahre das Verhalten der Bevölkerung in diesem Lebensraum neu studiert werden muß, und daß die berechneten Abgaben unabhängig sind von der wechselnden Bevölkerungsdichte.

Die zweite Begrenzung ist gegeben in dem Wunsch, auch die Fauna und Flora zu schützen. Solange ein Organismus sich in der Nahrungskette befindet, die der Mensch nutzt, wird er dadurch geschützt, daß in ihm die Konzentration niedrig gehalten werden muß, um für den Menschen als Endglied der Nahrungskette keine Gefahr entstehen zu lassen. Es gibt aber Entwicklungsstadien, die in Lebensräumen stattfinden, die im wesentlichen nur von diesen Organismen genutzt werden und in denen es zu höheren äußeren Belastungen kommen kann, wie z.B. die äußere Strahlenbelastung von Fischeiern in Zonen hoher absedimentierter Aktivitäten. Die Experimente auf dem Gebiet der Strahlenbiologie dienen u.a. der Feststellung dieser unteren Begrenzung, d.h. der niedrigsten Strahlendosis, die zu einem Effekt führt. Aus diesen uns bekannten und auch von uns selbst durchgeführten Versuchen läßt sich somit eine weitere zahlenmäßig erfaßbare Grenze für die Abgabe von Aktivitäten aufbauen.

Die dritte Begrenzung ist die Nutzung des Wassers als Trinkwasser für Vieh und als Wasser zur Berieselung von Agrarflächen. Hier ist im allgemeinen das Radiojod das kritische Element und aus den Ergebnissen von Freilandversuchen, die z.B. durchgeführt wurden in der Bundesforschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel, in dem Radioökologischen Zentrum Cadarache in Südfrankreich und von Scott Russel in England lassen sich die Übergangsfaktoren präzise vorausberechnen, so daß durch den Verzehr von Milch- und Agrarprodukten aus diesen kontaminierten Bereichen eine resultierende Strahlenbelastung abgeleitet werden kann, die in dem vorher gegebenen Rahmen eingefügt werden muß.

Die vierte und letzte Begrenzung ist gegeben durch die internationale Nutzung eines gesamten Flusses. Außer der Bundesrepublik Deutschland leiten auch die Deutsche Demokratische Republik und die Tschechoslowakei radioaktive Stoffe in die Elbe.

Die Gesamtabfuhr in die Nordsee mit ihrer Verbindung zum Atlantik erlaubt nur eine maximale Größe der Gesamtabgaben, die begrenzt ist durch die hydrologischen Faktoren, die Wasserführungen, die Anreicherungsfaktoren, die wiederum abhängig sind vom Salzgehalt des Wassers. Es bestehen zwar keine internationalen Vereinbarungen, jedoch enge Kontakte zwischen den verantwortlichen Kollegen in den einzelnen Ländern.

Schwerpunktarbeiten des Isotopenlaboratoriums

Wie oben ausgeführt, sind sehr wichtige Größen für die Beurteilung der radiologischen Kapazität die Konzentrationsfaktoren in den verschiedenen Gliedern der Nahrungskette. Diese Untersuchungen wurden für langlebige Radionuklide wie Strontium-90 und Cäsium-137 seit einem Jahrzehnt durchgeführt im Zusammenhang mit dem radioaktiven Fallout. Hinsichtlich der anderen Elemente, die in kerntechnischen Anlagen anfallen, sind in den vergangenen Jahren Konzentrationsfaktoren in der Elbe bestimmt worden in der gleichen Weise wie vorher in der Ems oder in der Weser.

Strahlenbiologische Untersuchungen über die Strahlenempfindlichkeit von Fischen in ihren embryonalen Zuständen wurden so weit in unserem Institut durchgeführt, wie sie im Ausland nicht vorlagen. Wir gewannen damit Erkenntnisse über die Möglichkeiten der Strahlenbelastung von Süßwasserfischen (Forelle, Karpfen und Hecht) und Salzwasserfischen (Hering).

In einem ersten Rahmenplan wurden die maximalen Aktivitäten abgeschätzt, die in die Elbe eingeleitet werden dürfen und ein Bruchteil für die kerntechnischen Anlagen der Bundesrepublik Deutschland zunächst zur Verfügung gestellt. Ein detaillierter Lastplan, der alle bisherigen Einleitungen mit berücksichtigt, befindet sich in Arbeit.

Das Elbemündungssystem ist ein verwickeltes und kompliziertes hydrologisches System, in dem nicht völlige Klarheit über die unterschiedlichen Sedimentationsraten besteht. Eine Untersuchung über die dadurch resultierenden Aktivitätsanreicherungen wird zur Zeit vorbereitet. Zunächst soll aufgrund der Verteilung der inaktiven Elemente ein erster Eindruck gewonnen werden. Später werden die entlassenen radioaktiven Substanzen in der Elbe als Tracer, als Indikatoren, benutzt, um das Bild der zukünftigen Bodenbelastungen zu erstellen.

Schlußbemerkung

Das Wissen in der Radioökologie ist inzwischen so umfangreich geworden, daß es erlaubt, weitgehende Voraussagen zu machen. Die bisher geplanten, im Bau befindlichen oder arbeitenden Kernkraftwerke an der Elbe u. a. Flüssen schöpfen die radioökologische Kapazität zur Zeit nicht aus. Im Hinblick jedoch auf weitere Entwicklungen und auf die Bevölkerungsdichte der Bundesrepublik Deutschland muß die Belastung durch die Kerntechnik im Gesamtrahmen der Strahlenbelastung durch andere Quellen betrachtet werden. Den größten Anteil bildet zur Zeit die Medizin. Doch auch durch die Isotopenanwender in der Technik und in der Forschung können Aktivitätsbelastungen auftreten. Auf diese Gesamtsituation hinausschauend versucht man in der Bundesrepublik Deutschland die Gesamtbelastung durch die Kerntechnik nur auf einen Bruchteil der Belastung durch andere Quellen herabzudrücken. Die sorgfältige Betrachtung der Gesamtsituation kann als Vorbild gelten für andere Industriezweige, die leider nicht von der Geburt ihrer Technik an mit der gleichen Sorgfalt auf ihre Umwelt geachtet haben.

W. Feldt

Isotopenlaboratorium der BFA Fischerei
Hamburg